

ENSINO DE ECOLOGIA POR INVESTIGAÇÃO: RELAÇÕES ENTRE PRÁTICAS EPISTÊMICAS E CONHECIMENTO DISCIPLINAR

Eloisa Cristina Gerolin

Programa Interunidades em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo (Brasil)

Maíra Batistoni e Silva

Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema (Brasil)

RESUMO: Nos últimos anos algumas pesquisas em educação em Ciências têm investigado como as práticas científicas de construção do conhecimento se desenvolvem no contexto escolar. Essas práticas, denominadas práticas epistêmicas, são desenvolvidas socialmente e podem variar dependendo das formas de trabalho padronizadas e empregadas em uma determinada área do conhecimento. Neste trabalho procuramos analisar como uma atividade investigativa sobre dinâmica populacional propiciou o engajamento dos estudantes com práticas epistêmicas comumente adotadas na pesquisa em ecologia. Nossos resultados mostraram que a atividade fomentou o desenvolvimento das práticas epistêmicas utilizadas nos estudos de dinâmica de populações, o que nos permitiu reafirmar a existência das especificidades epistêmicas das diferentes áreas do conhecimento científico e reforçar a importância de pesquisadores e educadores reconhecerem e conhecerem as práticas epistêmicas específicas de seu campo de atuação.

PALAVRAS CHAVE: práticas epistêmicas, ecologia, ensino por investigação,

OBJETIVOS: Neste trabalho procuramos analisar como uma atividade de ensino baseada em investigação sobre dinâmica populacional propiciou o engajamento dos estudantes em práticas epistêmicas comumente utilizadas na ecologia.

MARCO TEÓRICO

Nos últimos anos as pesquisas em educação em Ciências vêm apontando para a necessidade de um ensino de Ciências para além das teorias e conceitos e que propicie a formação de indivíduos conscientes e aptos ao exercício da cidadania (SANTOS, 2007). Tais pesquisas ressaltam a importância da aprendizagem sobre a natureza da ciência, suas relações com a tecnologia, o ambiente e a sociedade e, sobretudo, das formas de trabalho do empreendimento científico (SASSERON; CARVALHO, 2011). Nesse sentido, recentes trabalhos têm defendido a necessidade dos estudantes aprenderem e se engajarem com as práticas sociais da cultura científica (DUSCHL, 2008; KELLY; LICONA, in press). Tais

práticas, denominadas práticas epistêmicas, dizem respeito às atividades de proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento científico (KELLY, 2008).

Faz-se importante ressaltar que as práticas epistêmicas são construídas socialmente de forma interacional e situadas em um contexto no qual um determinado grupo define o que conta como conhecimento (KELLY; LICONA, in press). Dessa maneira, embora existam similaridades entre as diversas áreas do conhecimento, encontramos também variações nas práticas das diferentes disciplinas; o que conta como pergunta, evidência e raciocínio varia de acordo com a área de investigação (AULT, 1998), assim como as formas de trabalho empregadas em cada uma delas.

Kelly e Licona (in press) argumentam que embora algumas práticas epistêmicas, como a argumentação e a construção de explicação baseada em evidências atravessam os limites dos domínios científicos, é importante que pesquisadores e educadores reconheçam as práticas específicas de cada campo das ciências naturais (ciências biológicas, físicas e da terra) e das disciplinas específicas de cada campo (p.e. botânica, zoologia, ecologia).

Neste trabalho procuramos analisar como uma atividade de ensino baseada em investigação sobre dinâmica populacional propiciou o engajamento dos estudantes em práticas epistêmicas comumente utilizadas na ecologia, a fim de mostrar que a natureza da ciência a ser estudada pode exigir que os alunos se envolvam em diferentes formas de construir sentido, propor questões, investigar e construir conhecimento.

METODOLOGIA

A atividade analisada neste trabalho foi desenvolvida ao longo de seis aulas em duas classes de 30 estudantes do 1º ano do Ensino Médio (14 ou 15 anos de idade) de uma escola pública na cidade de São Paulo, Brasil. Após uma introdução em que a professora apresentou o objeto de estudo, a questão de investigação e discutiu a metodologia a ser empregada, os alunos trabalharam em trios para responder a seguinte questão de caráter científico: “O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para desenvolvimento da espécie?”. Para respondê-la, cada grupo fotografou diariamente durante 15 dias uma população de *Lemna sp.*, diminuta planta aquática com alta capacidade de propagação vegetativa, cultivada num recipiente no laboratório da escola (Figura 1). Em seguida os estudantes se envolveram na contagem dos indivíduos, na análise dos dados obtidos e na confecção de relatórios.



Fig. 1. A esquerda, vista superior de uma população de *Lemna sp.*. A direita, detalhe de alguns indivíduos da diminuta planta

As interações discursivas entre professora-alunos e alunos-alunos foram registradas com filmagens do grupo sala e dos pequenos grupos de trabalho. Após transcrição dos áudios e vídeos, analisamos as interações utilizando como referência as práticas epistêmicas propostas por Kelly e Licona (in press)

acrescidas de três categorias constituídas a partir do nosso conjunto de dados (Quadro 1). Analisamos as interações na primeira aula, na qual os estudantes iniciam a atividade, e de todas as interações subsequentes de um dos grupos de estudantes.

Quadro 1

Exemplos de práticas epistêmicas no contexto do ensino por investigação (Adaptado de Kelly e Licona, in press). Em *itálico* as categorias constituídas a partir do nosso conjunto de dados

<i>Práticas epistêmicas</i>	<i>Exemplos de práticas no ensino por investigação</i>
Proposição	Elaborar questões científicas Planejar investigações científicas para responder questões Fazer observações Visualizar evidências relevantes na investigação <i>Construir dados</i>
Comunicação	Desenvolver linha de raciocínio científico Escrever um relatório científico Comunicar verbalmente uma explicação científica Construir uma explicação científica baseada em evidências e raciocínios <i>Construir inscrições literárias</i>
Avaliação	Avaliar os méritos de uma afirmação, evidência ou um modelo científico Avaliar uma linha de raciocínio científico Avaliar uma explicação científica Considerar explicações alternativas
Legitimação	Construir consenso de grupo para explicações científicas Reconhecer o conhecimento relevante para a comunidade epistêmica <i>Construir consenso de grupo para procedimentos relevantes para a investigação</i>

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 representa o número de ocorrências das práticas epistêmicas no total de episódios de interação analisados. Considerando que todo episódio apresentou a ocorrência de pelo menos uma prática epistêmica, avaliamos que a atividade investigativa realizada e sua temática oportunizaram o engajamento em práticas sociais relacionadas à construção do conhecimento científico (proposição, comunicação, avaliação e legitimação).

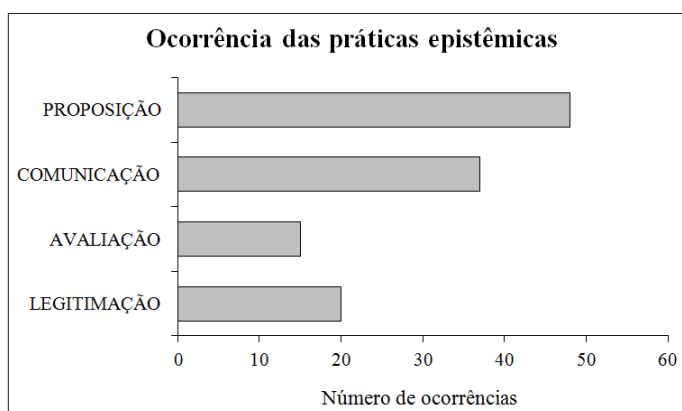


Fig. 2. Gráfico do número de ocorrências das práticas epistêmicas na atividade investigativa

Fica evidente que as práticas relacionadas à proposição do conhecimento científico foram as mais frequentes (40%), seguidas das práticas relacionadas à comunicação (30,8%), à legitimação (16,7%) e à avaliação (12,5%). Esses resultados se devem à inclusão de categorias constituídas a partir de nosso conjunto de dados em nosso referencial de análise (proposição - construir dados, comunicação - construir inscrições literárias, e legitimação - construir consenso de grupo). A presença dessas categorias em nossos dados ressalta a ideia de que apesar de termos *a priori* um conjunto de práticas que dizem respeito ao ensino por investigação, este não foi suficiente para lidar com a natureza do conhecimento disciplinar tratado na atividade investigativa. Ou seja, para além das categorias relacionadas ao ensino por investigação, nosso conjunto de dados mostrou a necessidade de inclusão de categorias de práticas epistêmicas que são comumente empregadas e desenvolvidas nos estudos em ecologia. Isso reforça a ideia de que não existe um conjunto limitado de práticas epistêmicas e que diversos aspectos, entre eles o conhecimento disciplinar, trazem à tona uma variação nas práticas científicas empregadas em cada domínio específico do conhecimento (KELLY; LICONA, in press). Neste sentido, procuraremos discutir adiante como as categorias de práticas epistêmicas constituídas a partir de nossos dados se relacionam com as práticas desenvolvidas na construção do conhecimento em ecologia.

Nos estudos ecológicos a análise da dinâmica das populações costuma ser feita pela amostragem do número de indivíduos com relação ao tempo (ODUM; BARRETT, 1997). Isso demanda o emprego de métodos de contagem, amostragem e estimativa (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007), bem como a organização temporal correta da ocorrência dos dados. Essas práticas constituíram a categoria “*Construir dados*”, na qual os estudantes dedicaram boa parte do tempo na organização dos dados (registros fotográficos diários da população) e na contagem dos indivíduos de *Lemna sp.*, como o exemplo destacado no Quadro 2.

Quadro 2.
Interação entre alunas na aula 2

<i>Sujeito</i>	<i>Fala transcrita</i>
Aluna A	Nesse deu 27 e nesse deu 25
Aluna C	Então peraí ((espere um pouco))... Faz a conta aí...
Aluna A	No sexto... No sexto dia... 268
Aluna C	Verdes?
Aluna A	É
Aluna C	E quantas brancas e pretas?
Aluna A	25... O outro 247
Aluna C	Sério? E quantas brancas e pretas?
Aluna A	Não... Não (). Foram 26 ((brancas e pretas))

Outro aspecto característico dos estudos sobre dinâmica de populações está no uso dos gráficos que expressam o crescimento das populações em relação ao tempo (ODUM; BARRETT, 1997) (Figura 2). Como a natureza do conhecimento e as orientações da professora exigiam a construção de formas de expressar a dinâmica da população ao longo do tempo, as estudantes se envolveram nessa prática em diversos episódios de interação, o que exigiu-nos a criação da categoria “*Construir inscrições literárias*”. A concepção dessa categoria considera o referencial latouriano, que utiliza o termo inscrição literária (LATOUR; WOOLGAR, 1997) para designar os traços, pontos, gráficos, mapas, espectros, histogramas, fotografias ou números produzidos para materializar os objetos de estudo da Ciência.

De acordo com Kelly e Licona (in press), a aprendizagem epistêmica compreende o uso de linguagem característica de uma cultura, assim, aprender ciência exige participação numa comunidade com membros

que já dominam suas práticas e promovem contexto para uso da linguagem científica. Em algumas interações ficou evidente a atuação da professora exercendo esse papel, como exemplificado no Quadro 3, no qual a professora auxilia as estudantes na construção dos gráficos para expressar a dinâmica populacional.

Quadro 3.
Interação entre aluna e professora na aula 4

<i>Sujeito</i>	<i>Fala transcrita</i>
Aluna C	Professora, aqui eu não sei se vai dar pra fazer, tipo, cada quadradinho um número... Daí eu vou fazer de meia, tá?
Prof.	De dez em dez?
Aluna C	Não, tipo assim ó ((olha)), o quadradinho da folha mesmo... Um quadradinho grande acho que não vai dar pra fazer, porque tem um ((dia)) que chegou a trezentos e noventa e um ((indivíduos))...
Prof.	Vai dar...
Aluna C	Dá? Um quadradinho de cada? De dez em dez?
Prof.	70, 80, 90, 200... 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300... Fácil...
Aluna C	Não, mas eu digo, tipo assim... Tudo bem se fizer assim? Porque eu ia fazer assim: um quadradinho cada um...
Prof.	Ah, aí não ia dar, né? Ou ia dar?
Aluna C	Eu acho que não...
Prof.	Porque ia precisar ter... 200... (Tinha que) ter 26... 1, 2, 3... É... Ia dar exatamente o limite ((da folha))... Tá bom assim!
Aluna C	Tá bom?
Prof.	Esse é o gráfico que vocês fizeram de rascunho?
Aluna C	É... Mas o de folhas verdes...

Na atividade analisada neste artigo, os alunos trabalham em grupo na contagem dos indivíduos da população, o que exigiu o estabelecimento de consenso sobre como tais processos deveriam ser realizados para evitarem erros nos resultados e, consequentemente, equívocos na interpretação. Essa característica da atividade didática exigiu a criação da categoria “*Construir consenso de grupo para procedimentos relevantes para a investigação*”. Nos Quadros 4 e 5 temos exemplos de processos de construção de consenso procedimental nessa atividade.

Quadro 4.
Interação entre a professora e os alunos na aula 1

<i>Sujeito</i>	<i>Fala transcrita</i>
Prof.	Ah, a pergunta da M.! É... Ela falou o seguinte: “Professora, aqui eu tenho duas folhinhas, aqui eu tenho duas, aqui eu tenho três, mas aqui elas estão juntas, aqui não estão ((a professora vai falando e apontando para os desenhos na lousa))... Como contar?”. Aqui eu conto três ou conto um? ((a professora aponta para os desenhos na lousa))
Aluno G	Um.
Aluno V	Três, não é?
Aluna B	Conta pela folha, por que depois ela vai se soltar e vai virar um indivíduo só.
Prof.	É uma boa.

Quadro 5.
Interação entre as alunas na aula 4

<i>Sujeito</i>	<i>Fala transcrita</i>
Aluna A	Tem que ver se esses resultados aqui estão certos... Porque só o meu deu acima de trezentos...
Aluna C	É verdade... Tem que ver... Ai meu Deus do céu... Lá vamos nós...
Aluna J	Seis...
Aluna A	Mas ó, uma dúvida, vocês contam cada uma como uma ou vocês contam tipo... Tem três perninhas...
Aluna C	Cada uma... Três perninhas: um, dois, três...
Aluna A	É...

CONCLUSÃO

Nossos resultados mostraram que a temática da atividade investigativa fomentou o engajamento em práticas epistêmicas características dos estudos ecológicos sobre dinâmica de populações. O domínio específico abordado na atividade investigativa possui práticas epistêmicas inerentes que se refletiram nas interações que ocorreram em sala de aula, trazendo a necessidade de inclusão de novas categorias de práticas relacionadas à proposição, comunicação e legitimação do conhecimento. Esses dados reafirmam a existência das especificidades epistêmicas das diferentes áreas do conhecimento científico e reforçam a importância de pesquisadores e educadores reconhecerem e conhecerem as práticas epistêmicas específicas de seu campo de atuação, não apenas entre os grandes domínios (ciências biológicas, físicas ou da terra), como também dentro deles, em suas diversas disciplinas (ecologia, botânica, zoologia, entre outras das ciências biológicas). Como demonstrado aqui para o caso da ecologia, há múltiplas formas de se construir conhecimento e uma infinidade de práticas epistêmicas podem emergir nos diversos contextos existentes nas atividades educacionais, o que contesta a ideia de um método científico universal e de um conjunto limitado de práticas relacionadas ao empreendimento científico (KELLY; LICONA, in press).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULT, C. R. Criteria of excellence for geological inquiry: The necessity of ambiguity. *Journal of research in science teaching*, v. 35, p. 189-212, 1998.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- DUSCHL, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.
- KELLY, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. In Duschl, R. A.; Grandy, R. E. (eds.) *Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation*. (pp. 288-291). Rotterdam, Holand: Taipei Sense Publishers.
- KELLY, G. J.; LICONA, P. (in press). Epistemic practices and science education, In Matthews, M. (Ed.), *HPS&ST anthology*.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

- SANTOS, W. L. P. (2007) Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-550.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.

